

# Sonne und Poren

## für saubere Luft



**Dr. Armin Rist**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, stv.  
Leiter Kompetenzbereich Geotechnik  
und Naturereignisse, BFH



**Natalia Zmeeva**

Assistentin und MSE-Studentin,  
Kompetenzbereich Geotechnik und  
Naturereignisse, BFH

In Industrieländern ist die Luft lokal stark verschmutzt, auch in der Schweiz. Dies kann Mensch und Umwelt stark belasten. Ein neuer Lösungsansatz, dem entgegenzuwirken, besteht in photokatalytischen Fassaden und Belägen. Diese sind bis heute aber nur wenig wirksam. Die BFH will dies ändern.

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Luftqualität europaweit insgesamt deutlich verbessert, vor allem aufgrund grosser Anstrengungen in Industriebetrieben und Haushalten. Die Grenzwerte für Ozon ( $O_3$ ), Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ) und Feinstaub ( $PM_{10}$ ) werden jedoch bis heute häufig überschritten, auch in der Schweiz (Abb. 1). Grund hierfür ist insbesondere der Strassenverkehr. Fahrverbote sind zwar wirksam für die Luftreinhaltung, aufgrund der dadurch eingeschränkten Freiheit jedoch unbeliebt. Alternative Lösungen sind gefragt.

### Bisheriger Lösungsansatz

Eine zukunftsweisende Technologie zur Verringerung von  $NO_2$  und VOC (volatile organic compounds > flüchtige organische Verbindungen), den Vorläufergasen für  $O_3$  und  $PM_{10}$ , sind photokatalytische Oberflächen. Diese lassen sich auf Gebäudefassaden, Strassenbelägen oder Hausdächern realisieren. Dabei werden Nanopartikel eines Photokatalysators, oft Titandioxid, in das an der Oberfläche anstehende Trägermaterial, z.B. Beton, eingemischt. Gelangen nun gasförmige

Luftschadstoffe an diese Oberflächen, werden sie unter Einwirkung von Licht chemisch in harmlose Stoffe umgewandelt und vom Regen von der Oberfläche abgespült (Abb. 2).

Dieser Effekt konnte in zahlreichen ausländischen Studien nachgewiesen werden, insbesondere im Labor. Viele Städte erhofften sich von dieser Technologie, dass sie das Problem der Luftverschmutzung löst. In verschiedenen Projekten zeigte sich allerdings, dass im Strassenraum diese Systeme die Luftschadstoffkonzentrationen unter realen Bedingungen nur um wenige Prozent zu reduzieren vermögen. Limitierend ist dabei insbesondere die photokatalytisch aktive Oberfläche. Um diese zu erhöhen, entwickelte eine Forschungsgruppe poröse, photokatalytisch beschichtete Elemente, die für einen Tunnel bestimmt waren. Dieses System ist jedoch aufgrund künstlicher Beleuchtung und Belüftung sehr energieintensiv und daher keine umweltfreundliche Lösung.

### Innovative Weiterentwicklung

Die Forschungsinstitute für Werkstoffe und Holztechnologie IWH sowie für Siedlungsentwicklung und Infrastruktur ISI der BFH entwickeln aktuell gemeinsam die Technologie der Photokatalyse für den Strassenraum derart weiter, damit die reaktive Oberfläche vergrössert wird und das System gleichzeitig völlig energieautark funktioniert. Als nötige Strahlungsquelle wird die Sonne genutzt, die notwendige Luftbewegung wird vom rollenden Verkehr selbst erzeugt. Denn die porösen, photokatalytischen Elemente sollen mit Lärmschutzwänden kombiniert werden. Dadurch wird keine zusätzliche Fläche verbraucht, und die kombinierten negativen Auswirkungen Lärm und Luftverschmutzung des Verkehrs werden nahe der Emissionsquelle am gleichen Ort reduziert.

### Aktuelle Machbarkeitsstudie

Inwiefern dieser Ansatz Erfolg versprechend ist, wird aktuell in der von Innosuisse finanzierten Mach-

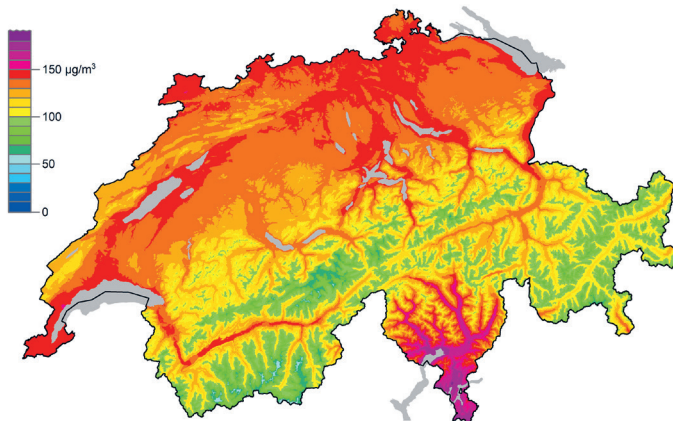


Abb. 1: Karte der höchsten monatlichen 98-Perzentilwerte von Ozon für das Jahr 2016 (Grenzwert  $100 \mu g/m^3$ )  
Quelle: Bundesamt für Umwelt (2017)

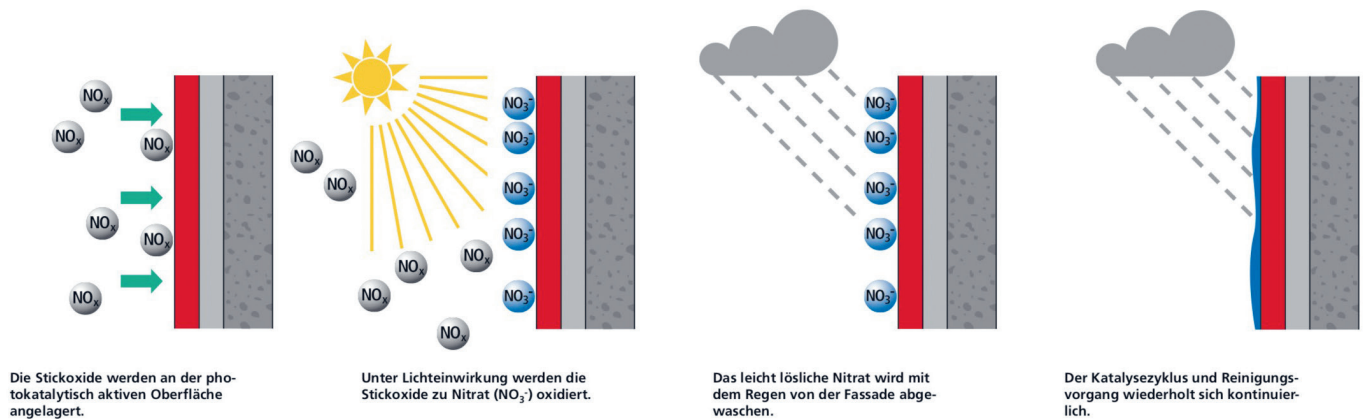


Abb. 2: Wirkungsweise einer photokatalytischen Oberfläche zur Luftreinigung am Beispiel von Stickoxiden  $\text{NO}_x$ .  
Quelle: Burgeth, Cyrol, Müller und Duttlinger (2010)

barkeitsstudie «Integrierter Lärm- und Luftschutz im Strassenraum ILLIS» an der BFH geprüft. Dafür wird im Labor untersucht, welchen Einfluss die Vergrößerung der photokatalytischen Oberfläche auf die Reduktion der Luftschadstoffkonzentrationen hat. (Mehr zum Versuchsaufbau der Studie siehe Kasten.)

### Ausblick

Kann mittels dieser Machbarkeitsstudie nachgewiesen werden, dass sich die Konzentrationen der Luftschadstoffe mit porösen photokatalytischen Prüfkörpern deutlich stärker reduzieren lassen als mit glatten Prüfkörpern (mit und ohne photokatalytische Beschichtung), soll mit einem bereits jetzt interessierten Wirtschaftspartner daraus ein Forschungsprojekt entstehen. Im Rahmen dieses Projekts gilt es dann, ein marktreifes Produkt zur Luftreinigung im Strassenraum zu entwickeln, das sich für den Dauereinsatz im Freien bei jeder Witterung eignet. Die Chancen stehen

gut, dass diese Innovation bald einen wertvollen Beitrag zur Luftreinhaltung in Städten und entlang stark frequentierter Strassen leisten wird.

### Co-Autoren

- Dr. Ingo Mayer, Professor für Holzchemie und Materialemissionen, BFH
- Christina Hinterleitner, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, BFH

### Kontakt

- armin.rist@bfh.ch

### Infos zum Fachverband angewandte Photokatalyse

- angewandte-photokatalyse.de

### Infos zu den BHF-Forschungsinstituten

- Werkstoffe und Holztechnologie IWH: [bfh.ch/iwh](http://bfh.ch/iwh)
- Siedlungsentwicklung und Infrastruktur ISI: [bfh.ch/isi](http://bfh.ch/isi)



Wie funktioniert der Abbau von Schadstoffen aus der Luft durch Photokatalyse? Ein Video dazu auf [spirit.bfh.ch](http://spirit.bfh.ch) > Sonne und Poren

### Machbarkeitsstudie

**Versuchsaufbau:** Die Versuche werden in einem selbst gebauten, normkonformen Photoreaktor durchgeführt (Abb. 3). Beim Einlass strömt Luft mit einer bestimmten Schadstoffkonzentration in den Reaktor ein, überstreicht den jeweils eingebauten Prüfkörper und verlässt den Reaktor wieder beim Auslass. Am Luftein- und -auslass wird jeweils die Schadstoffkonzentration gemessen. Die Differenz entspricht dem erzielten Schadstoffabbau durch den Prüfkörper.

**Prüfkörper und Einflussfaktoren:** Um die photokatalytisch aktive Oberfläche gegenüber einer glatten Fläche zu vergrössern, werden als Trägermaterialien Schaumstoffe verwendet, die mit einer photokatalytisch aktiven Zementsuspension beschichtet werden (Abb. 4). Dabei werden die Porengrössen variiert (10, 20 und 30 PPI > pores per inch > Poren pro Zoll), sodass sich der Einfluss der Oberfläche quantifizieren lässt. Zum Vergleich werden zudem glatte Prüfkörper aus Zement mit und ohne Beimischung eines Photokatalysators getestet.

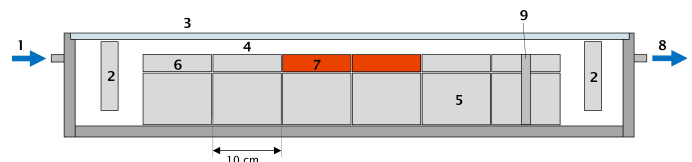


Abb. 3: Längsschnitt durch Photoreaktor zur Untersuchung der Reduktion von Luftschadstoffkonzentrationen durch Prüfkörper mit verschiedenen Oberflächen. 1 Einlass Testgas, 2 Ablenkplatte, 3 luftdichte Glasplatte, 4 Strömungskanal, 5 Platte für Höheneinstellung, 6 Hilfsplatte, 7 Prüfkörper, 8 Auslass Testluft, 9 Befestigung.

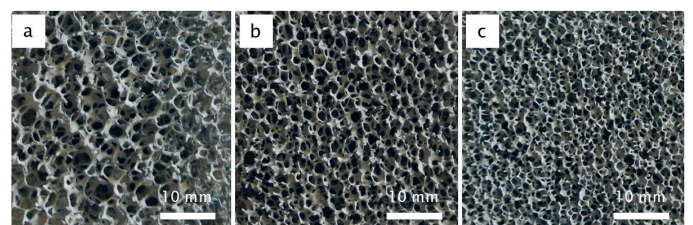


Abb. 4: Poröse, mit photokatalytisch aktivem Zement beschichtete Prüfkörper mit Porengrössen von 10 PPI (a), 20 PPI (b) und 30 PPI (c); PPI > pores per inch > Poren pro Zoll.